



ISSN 2345 - 4997

Available online at: www.geo-dynamica.com

Vol. (1) - No. 02- (Special Issue on Intra- Plate Earthquakes) Feb.2014
8th Article- P. 1 to IX

GRIB

Geodynamics Research
International Bulletin

Provision of Peak Ground Acceleration (PGA) on Bedrock and Uniform Seismic Hazard Spectra for Different Regions of Kermanshah City

Seyed Ali Razavian Amrei¹, Gholamreza Ghodrati Amiri², Mehran Mavaei³

¹ Department of Civil Engineering, Payame noor University, Tehran, Iran.

² Excellence of Fundamental studies in Structural Engineering, Tehran, Iran.

³ Department of Geology, ShahrKord University, Shahrkord, Iran.

* Corresponding Author (ali_razavian@yahoo.com)

Article History:
Revised: Feb. 12, 2014

Received: Jan. 27, 2014
Accepted: Feb. 13, 2014

Reviewed: Feb. 09, 2014
Published: Feb. 14, 2014

ABSTRACT

In this study, a set of seismic sources as well as historical and instrumental seismic data since 8th century up to the present time with a radius of 150 kilometers were utilized. Considering lack of suitable seismic data and uncertainty of magnitude in different periods, Kijko program (2000) was used to estimate seismic parameters. The calculations were performed using the logic tree method. Five weighted attenuation relationship were used, namely Ramazi (1999), Ambraseys et al (1996), Campbell (1997), Zare et al (1999) and Ghodrati et al (2007) which were combined with weights of 0.2, 0.15, 0.15, 0.2 and 0.3, respectively. In order to determine the acceleration spectra from weighted attenuation spectral relations, Ambraseys et al. (1996) and Ghodrati et al (2010) were utilized in the logic tree method with weights of 0.4 and 0.6, respectively. SEISRISK III software was used for calculating the earthquake hazard. The results of this analysis are presented in the iso-acceleration maps, spectral acceleration maps and uniform hazard spectrum maps for 2 and 10 probability percent in 50 years.

Keywords: Seismic Hazard Analysis, Peak Ground Acceleration, Uniform Seismic Hazard Spectra, Kermanshah.

تهیه حداکثر شتاب بر سنگ بستر (PGA) و طیف خطر یکسان برای مناطق مختلف شهر کرمانشاه

سید علی رضویان امرئی^۱، غلامرضا قدرتی امیری^۲، مهرا ن ماوائی^۳

^۱ گروه عمران، دانشگاه پیام نور، تهران، نگارنده رابط (ali_razavian@yahoo.com)

^۲ قطب مطالعات بنیادی در مهندسی سازه، دانشگاه علم و صنعت، تهران.

^۳ دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد.

تاریخ داوری: ۱۳۹۲/۱۱/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۷

تاریخچه انتشار مقاله

تاریخ انتشار: ۱۳۹۲/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۴

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳

چکیده

این مقاله با عنوان تهیه حداکثر شتاب بر سنگ بستر (PGA) و طیف خطر یکسان برای مناطق مختلف شهر کرمانشاه است. مجموعه‌ای از منابع لرزه‌زا و داده‌های لرزه‌خیزی تاریخی و دستگاهی با پوشش زمانی از قرن هشتم میلادی تا به امروز در شعاع ۱۵۰ کیلومتری به کار گرفته شده است. با توجه به کمبود داده‌های مناسب لرزه‌خیزی و دقت کم اطلاعات موجود، پارامترهای لرزه‌خیزی به روش Kijko (2000) برآورد شده است. تعیین بیشینه شتاب بر روی سنگ بستر (PGA) با پنج رابطه کاهندگی مختلف Ghodrati et al (2007)، Ramazi (1999)، Zare et al (1999)، Ambraseys et al (1996) و Campbell (1997) انجام گرفته که با روش درخت منطقی و وزنه‌ای به ترتیب ۰/۳، ۰/۲، ۰/۲، ۰/۱۵ و ۰/۱۵ ترکیب شده اند. برای تعیین طیف های شتاب، رابطه کاهندگی طیفی Ambraseys et al (1996) و Ghodrati et al (2010) به روش درخت منطقی و با وزن‌های به

ترتیب ۰/۴ و ۰/۶ به کار رفته‌اند. تحلیل احتمالاتی خطر زلزله با استفاده از برنامه SEISRISK III (1987) انجام گرفته و نتایج این تحلیل توسط نقشه‌های هم‌شتاب، شتاب طیفی و طیف خطر یکتواخت برای ۱۰٪ و ۲٪ احتمال رویداد در ۵۰ سال ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل خطر لرزه‌ای، بیشینه شتاب بر روی سنگ بستر (PGA)، طیف خطر یکسان و کرمانشاه.

۱. مقدمه

کلاتشهر کرمانشاه به دلیل وجود مراکز مهم تاریخی، صنعتی و جمعیتی از مهمترین شهرهای غرب کشور به شمار می‌آید. با توجه به تاریخچه زمین لرزه‌های گذشته و وجود گسل‌های مهم در گستره این شهر، احتمال رویداد زلزله‌های دیگر امری اجتناب‌ناپذیر است. به دلیل عدم رعایت دقیق اصول مهندسی در طراحی و اجرای سازه‌ها به خصوص سازه‌های قدیمی‌تر، در صورت وقوع زلزله‌ای بزرگ در این شهر شاهد فاجعه‌ای دهشتناک خواهیم بود.

از سوی دیگر بسیاری از ساخت و سازه‌های این شهر به خصوص بناهای دارای ارزش تاریخی و مذهبی دارای طول عمری بیش از پنجاه سال هستند، پس بایستی برای طراحی مناسب و نیز بهسازی لرزه‌ای از تحلیل‌های جدیدتر و دقیق‌تر استفاده شود.

یکی از روش‌های جدید تحلیل احتمالاتی خطر زلزله است که در آن عدم قطعیت‌های موجود در پارامترهای مختلف به طور منطقی مورد بررسی و در نتیجه نهایی اعمال می‌شود. به دلیل اهمیت کلاتشهر کرمانشاه مطالعاتی در مورد تحلیل خطر زلزله در گذشته انجام گرفته است که مهمترین آن گزارش نهایی مطالعات لرزه‌زمین‌ساخت و برآورد خطر زمین لرزه در استان کرمانشاه است، که توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن انجام گرفته است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۸۸).

در آن گزارش از یک رابطه کاهندگی برای یافتن PGA برای کل استان استفاده شده بود.

در این مطالعه سعی شده است تا علاوه بر شناسایی دقیق‌تر گسل‌های منطقه از روابط کاهندگی متعدد مناسب با شرایط منطقه نیز جهت اطمینان بیشتر به نتایج کمک گرفته شود (ماوائی ۱۳۸۹).

۲. منطقه مورد مطالعه

۲.۱. لرزه زمین‌ساخت منطقه

منطقه کرمانشاه به دلیل وجود گسل‌های جوان در پیرامونش به لحاظ لرزه‌خیزی از مناطق فعال است. در این مطالعه به جهت ارزیابی خطرات زلزله در منطقه مورد نظر تمامی منابع لرزه‌زای محتمل و نیز قابلیت آنها در تولید جنبش نیرومند زمین جمع‌آوری شده است. لیستی از نام مهمترین گسل‌های موجود در محدوده ۱۵۰ کیلومتری شهر در جدول (۱) آورده شده است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۸۸).

جدول ۱. گسل‌های اصلی موجود در شعاع ۱۵۰ کیلومتری شهر

شماره	نام گسل
۱	گسل جبهه کوهستان (MFF)
۲	گسل پیش شیب زاگرس
۳	گسل زاگرس بلند (HZF)
۴	گسل معکوس اصلی زاگرس
۵	گسل جوان اصلی زاگرس (MRF)
۶	گسل شمال کرمانشاه
۷	راندگی جنوب کرمانشاه
۸	راندگی شمال گیلان غرب
۹	راندگی کرند

هر کدام از گسل‌های اشاره شده در جدول فوق از پاره گسل‌های متعددی تشکیل شده‌اند، به عنوان مثال گسل جوان اصلی زاگرس که مؤثرترین گسل در این محدوده است خود به پاره گسل‌های بسیار مهمی تقسیم شده است که عبارتند از: گسل درود، گسل نهاوند (۱۰۰ کیلومتر)، گسل صحنه (۴۷ کیلومتر)، گسل دینه ور (۴۴ کیلومتر)، گسل سرتخت (۷۵ کیلومتر)، گسل مروارید (۴۵ کیلومتر)، گسل مریوان و گسل پیرانشهر (۱۳۰ کیلومتر).

در شکل (۱)، برخی از گسل‌های موجود در گستره مورد مطالعه نشان داده شده است.

۳. مواد و روش‌ها

برداشت‌های انجام شده از زلزله‌های تاریخی که به قبل از سال ۱۹۰۰ میلادی باز می‌گردد براساس اطلاعات بدست آمده از کتاب‌های تاریخی و کهن است، که ممکن است دارای گزافه‌گویی و زیاده‌انگاری در بیان میزان آسیب‌ها و ویرانی‌ها باشد.

در هر حال وجود تراکم جمعیت و نیز وجود شهرهای بزرگ باستانی در یک منطقه می‌تواند کمک زیادی در گردآوری داده‌های زمین‌لرزه‌ای آن منطقه بنماید.

از زلزله‌های مهم تاریخی این گستره می‌توان به زلزله‌های زیر اشاره نمود (آمبرسیز و ملویل ۱۳۷۰):

زلزله ۲۲ ژوئن ۸۷۲ میلادی (سیمره)، زلزله سال ۹۵۶ میلادی در اسد آباد و همدان، زلزله سال ۹۵۸ میلادی در سرپل ذهاب، زلزله دهشتناک سال ۱۰۰۸ میلادی در دینور، زلزله سال ۱۰۸۷ میلادی در همدان، زلزله سال ۱۱۳۵ میلادی در کردستان، زلزله دوم سال ۱۱۳۵ میلادی در کردستان، زلزله سال ۱۱۵۰ میلادی در سرپل ذهاب، زلزله سال ۱۱۹۱ میلادی در همدان، زلزله سال ۱۴۳۰ میلادی در همدان، زلزله سال ۱۴۹۵ میلادی در جبال و زلزله سال ۱۶۶۶ میلادی در زاگرس.

۳.۲.۲. زلزله‌های دستگاهی

با وجود خطاهای مختلف در برآورد مرکز سطحی، ژرفای کانونی و بزرگای زلزله‌ها که در داده‌های زمین‌لرزه‌ای از قرن بیستم به بعد وجود دارد، اما این زلزله‌ها به لحاظ ثبت دستگاهی از اهمیت زیادی برخوردار هستند که با ایجاد شبکه جهانی لرزه‌نگاری در سال ۱۹۶۳ از خطاهای آنها به نحو چشمگیری کاسته شده است.

فهرست و مشخصات زلزله‌های دستگاهی گستره کرمانشاه از سال ۱۹۰۰ تا قرن حاضر از منابع مختلف جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته که مهمترین آنها سایت اینترنتی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله است (پایگاه اطلاعاتی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله).

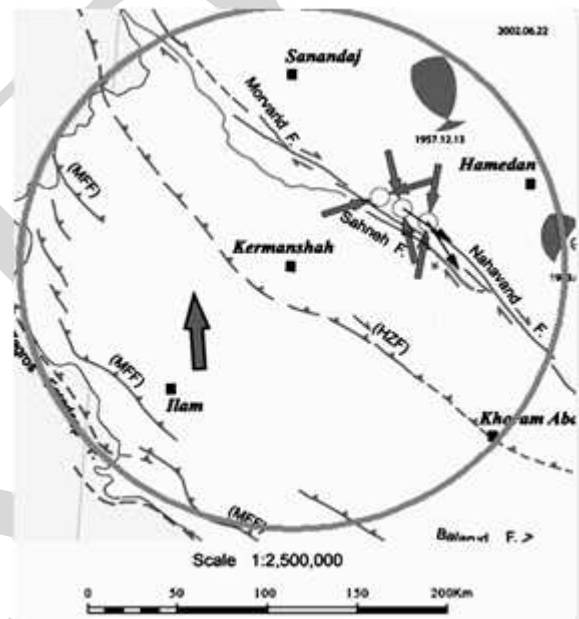
۳.۲.۳. بزرگای زلزله‌ها

۳.۱. تابع بیشینه بزرگای زمین‌لرزه و طول گسیختگی گسل

برای بررسی بیشینه توان لرزه‌زائی گسل‌ها از میان روابط موجود بین بیشینه بزرگای زمین‌لرزه و طول گسیختگی گسل، از رابطه (۱) استفاده شده است (Nowroozi, 1985).

$$Ms = 1.259 + 1.244 \log L \quad (1) \text{ معادله}$$

که در آن L طول محتمل گسیختگی گسل بر حسب متر و Ms بیشینه بزرگای بر حسب موج سطحی است.



شکل ۱. گسل‌های موجود در گستره مورد مطالعه (پایگاه اطلاعاتی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله)

۳.۲.۳. لرزه‌خیزی

تاریخچه زلزله‌های گذشته در هر پهنه نشانگر وضعیت لرزه‌خیزی آن است.

لذا برای دستیابی به ویژگی‌های لرزه‌خیزی باید فهرست کاملی از زلزله‌های رویداده در پهنه مورد نظر را گردآوری و مورد بررسی قرار داد.

در این مطالعه از گستره‌ای به شعاع ۱۵۰ کیلومتری حول شهر کرمانشاه استفاده شده است.

۳.۲.۱. زلزله‌های تاریخی

در این مطالعه از بزرگای موج سطحی Ms در محاسبات استفاده شده است. به دلیل اینکه بزرگای گردآوری شده همگی از نوع Ms نیستند، می‌بایست آنها را به Ms تبدیل کرد، بنابراین برای تبدیل Mw (بزرگای گشتاوری) و ML (بزرگای محلی) به Ms از جدول (۱) (ماوانی ۱۳۸۹) و برای تبدیل mb به Ms از رابطه (۲) استفاده شده است (IRCOLD 1994).

در این رابطه Ms بزرگای موج سطحی و Mb بزرگای موج حجمی می‌باشد.

معادله (۲)

$$M_s = 1.21 * m_b - 1.29$$

جدول ۲. تبدیل بزرگای (ماوانی ۱۳۸۹)

Ms	Mw	ML
3.6	4.5	4.8
4.6	5.2	5.3
5.6	5.8	5.8
6.6	6.6	6.3
7.3	7.3	6.8

۳.۳. پارامترهای لرزه‌خیزی گستره کرمانشاه

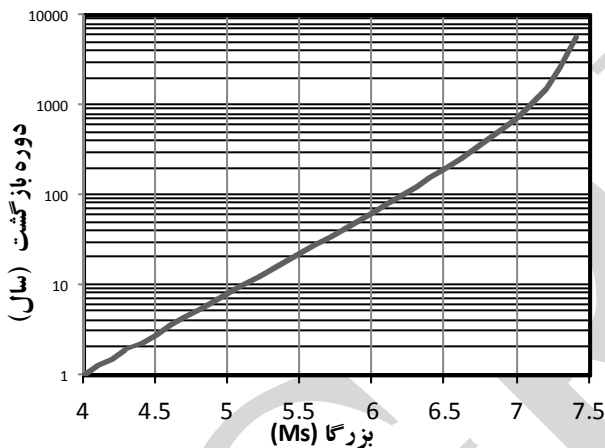
پارامترهای لرزه‌خیزی یا همان M_{max} ، λ و β از ارکان لرزه‌خیزی یک منطقه هستند، که برای درک سرشت لرزه‌خیزی آن منطقه به کار می‌روند. پس از گردآوری زلزله‌های گستره کرمانشاه با توجه به فرض اساسی در برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی در خصوص مستقل بودن رویداد زمین‌لرزه‌ها از یکدیگر، از روش پنجره زمان و مکان گاردنر و نوپوف (Gardner and Knopoff 1974) جهت حذف پیش‌لرزه و پس‌لرزه از فهرست رویداد زلزله‌ها استفاده شده است.

۳.۳.۱. برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی

برای برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی با توجه به کمبود داده‌های مناسب لرزه‌خیزی و دقت کم اطلاعات موجود و نیز عدم قطعیت در بزرگا در زمانهای مختلف از روش Kijko (Kijko 2000) استفاده شده است. در این روش می‌توان با در نظر گرفتن خطاهای داده‌های زلزله‌های مربوط به دوره‌های مختلف، رویداد آنها را در برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی

جدول ۳. مقادیر پارامترهای لرزه‌خیزی در گستره ۱۵۰ کیلومتری کرمانشاه از روش کیکو

Results		
Beta	2.05 + - 0.1	(b=0.89 +0.01)
Lambda	0.98	For Mmin=4
Mmax	7.50 +0.64	

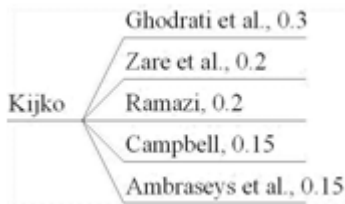


شکل ۲. برآورد دوره بازگشت زمین‌لرزه‌های شهر کرمانشاه به روش کیکو

۴. بحث و نتایج

در این مطالعه برای تعیین شتاب بر روی سنگ بستر و نیز تهیه طیف طرح با خطر یکسان از روش تحلیل احتمالاتی خطر زلزله (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) استفاده شده است. در این روش مراحل کار عبارتند از: شناسایی و مدل نمودن منابع لرزه‌زا و اعمال توزیع احتمالی محل گسیختگی‌های ممکن آنها، برآورد توان لرزه‌زایی چشمه‌ها، بررسی لرزه‌خیزی یا توزیع زمانی رویداد زلزله‌ها که حاصلش رابطه بازگشت (وقوع مجدد - بزرگا) می‌باشد، مشخص نمودن نوع خاک ساختگاه، انتخاب رابطه کاهندگی مناسب، محاسبه پارامترهای جنبش شدید زمین برای طراحی با در نظر گرفتن

درخت‌های منطقی مورد استفاده به همراه وزن هر شاخه مشخص شده است.



شکل ۳. درخت منطقی مورد استفاده به همراه وزن در هر شاخه برای تعیین PGA



شکل ۴. درخت منطقی مورد استفاده به همراه وزن در هر شاخه برای تهیه طیف خطر یکسان - UHS

۲.۴. تحلیل خطر زلزله به روش احتمالاتی

در این قسمت بر پایه چشمه‌های لرزه‌زای مدل شده و با استفاده از پارامترهای لرزه‌خیزی به دست آمده و نرم افزار SEISRISK III (Bender and Perkins 1987)، حداکثر شتاب افقی بر روی سنگ بستر (PGA) و نیز شتاب طیفی افقی، هر کدام با ۱۰٪ و ۲٪ احتمال رویداد در ۵۰ سال (معادل دوره بازگشت ۴۷۵ و ۲۴۷۵ ساله) مطابق با سطوح خطر ۱ و ۲ دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۸۵)، برای یک شبکه ۱۱×۱۲ که شهر کرمانشاه را به طور مناسب در بر گرفته، برآورد شده‌اند. با توجه به مشخص نبودن نوع خاک بطور دقیق در هر کدام از نقاط شبکه، محاسبات برای خاک نوع ۲ و ۳ (محتمل‌ترین نوع خاک در گستره شهر) براساس استاندارد ۲۸۰۰ (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۴)، انجام شده است. نقشه‌های حداکثر شتاب بر روی سنگ بستر (PGA) در شکل (۵) و نقشه‌های شتاب طیفی افقی براساس دو نوع خاک شهر کرمانشاه برای پریردهای ۰/۳، ۰/۷ و ۱/۵ ثانیه در اشکال (۵) تا (۱۱) ارائه شده‌اند. در این اشکال محور افقی طول جغرافیایی و محور قائم عرض جغرافیایی می باشد.

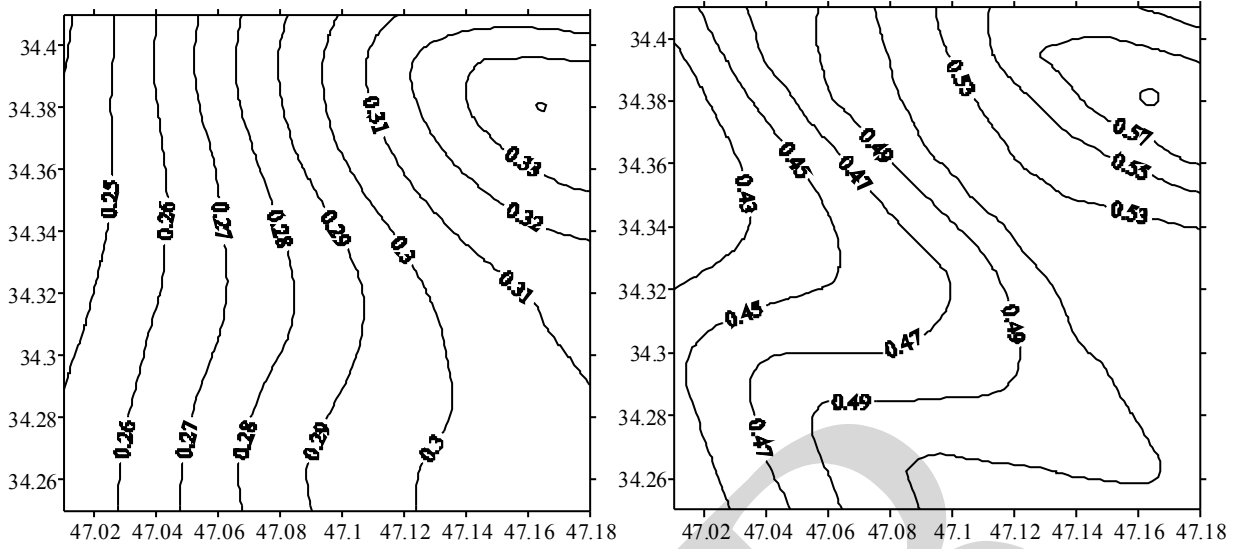
عدم قطعیت‌های ممکن و در انتها تهیه نقشه‌های هم‌شتاب و ترسیم طیف.

۴.۱. رابطه کاهندگی

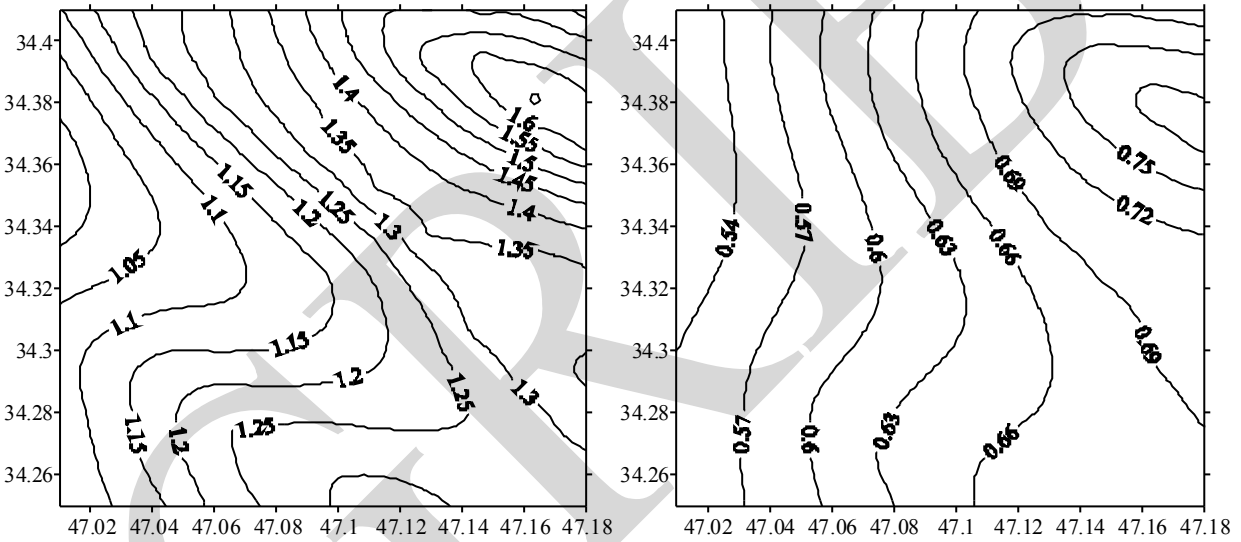
انتخاب رابطه کاهندگی مناسب از اهمیت زیادی در چگونگی و قابلیت اعتماد به نتایج نهائی تحلیل خطر برخوردار است، در انتخاب رابطه کاهندگی بایستی به نکاتی توجه کرد که عبارتند از: تعلق داشتن به همان نواحی، نوع واحد بزرگا، محدوده بزرگا، محدوده فاصله، نحوه گسیختگی گسل، تنوع خاک، نوع بافت سنگ‌ها و غیره. با توجه به نکات فوق در تحلیل خطر احتمالی زلزله برای یافتن حداکثر شتاب بر روی سنگ بستر (PGA) از پنج رابطه کاهندگی:

- قدرتی و همکاران (Amiri et al 2007)
- امبرسیز و همکاران (Ambraseys et al 1996)
- زارع (Zare et al 1999)
- Campbell (Campbell 1997)
- رمزی (Ramzi 1999)

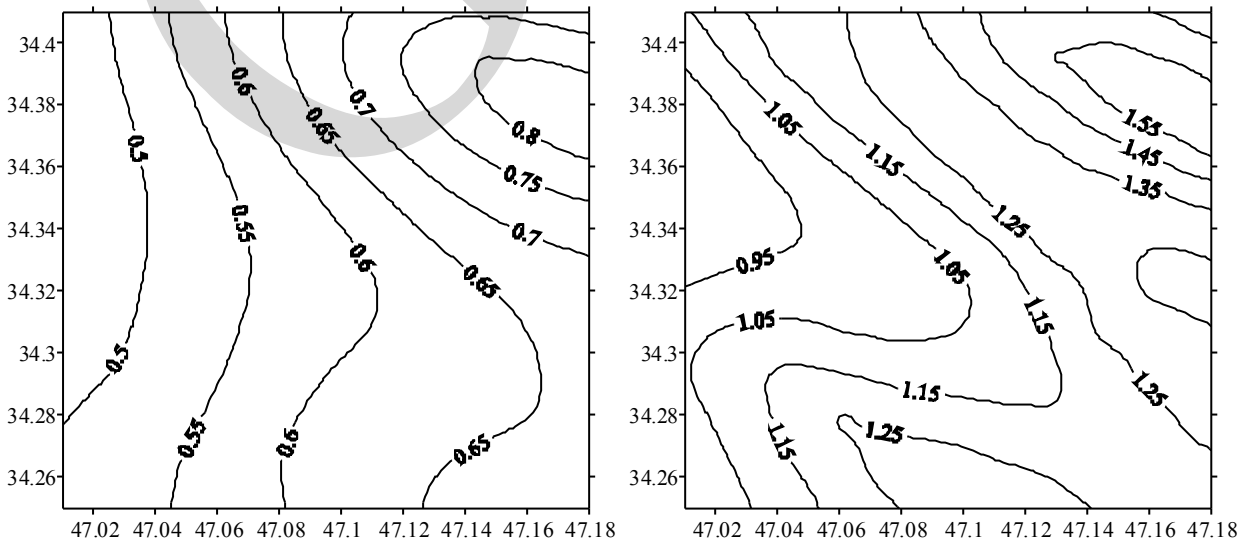
به کمک روش درخت منطقی با وزنهای به ترتیب ۰/۳، ۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۲ و ۰/۲ استفاده شده است. برای تهیه نقشه‌های شتاب طیفی و طیف خطر یکسان نیز از روابط کاهندگی طیفی قدرتی و همکاران (Ghodrati et al 2010) و امبرسیز و همکاران (Ambraseys 1996) به کمک روش درخت منطقی با وزن‌های به ترتیب ۰/۶ و ۰/۴ استفاده شده است. دلیل استفاده از روش درخت منطقی به این علت است که استفاده از یک رابطه کاهندگی به دلیل عدم دقت داده‌ها قابلیت اطمینان بسیار بالائی نداشته و از طرفی روابط منطقه‌ای و جهانی نیز که دارای دقت خوبی در مقایسه با روابط ایران هستند در تهیه مدل‌شان از داده‌های کشورهای مختلف استفاده کرده‌اند. بنابراین بهترین روش، استفاده همزمان از روابط کاهندگی مختلف به کمک درخت منطقی است که به نوعی هر یک کمبود دیگری را پوشش دهند. پارامتر مهم در انتخاب وزن در شاخه‌های درخت منطقی میزان تطابق آنها با شرایط ساختگاه در منطقه مورد نظر و نیز منظور نمودن بیشتر اثر روابط منطقه‌ای است. در شکل (۳) و شکل (۴)



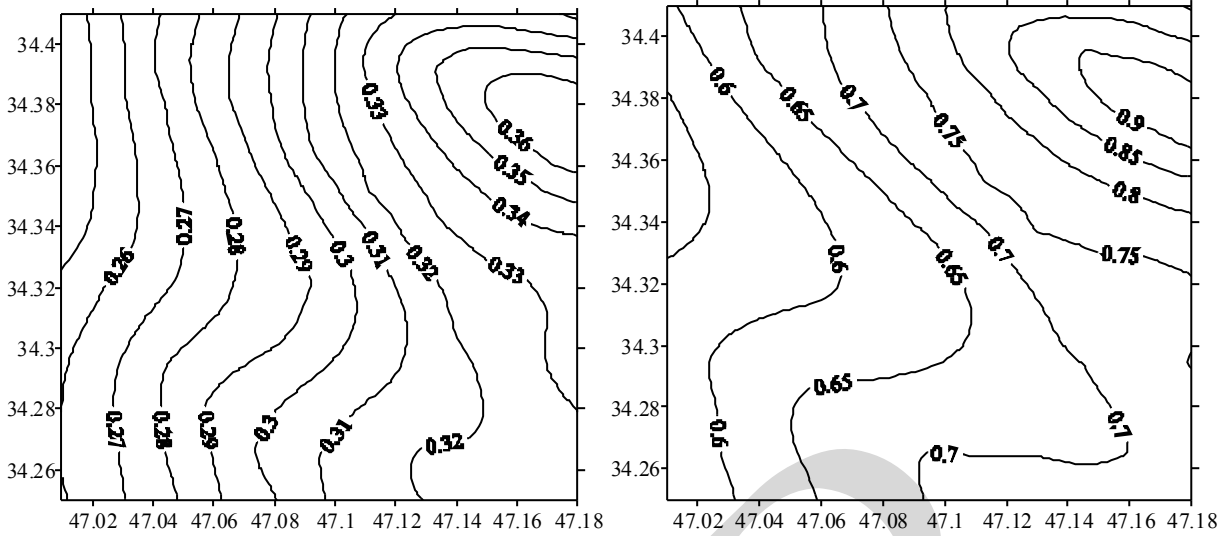
شکل ۵ نقشه‌های هم‌تراز حداکثر شتاب (PGA) با ۱۰٪ و ۵٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال



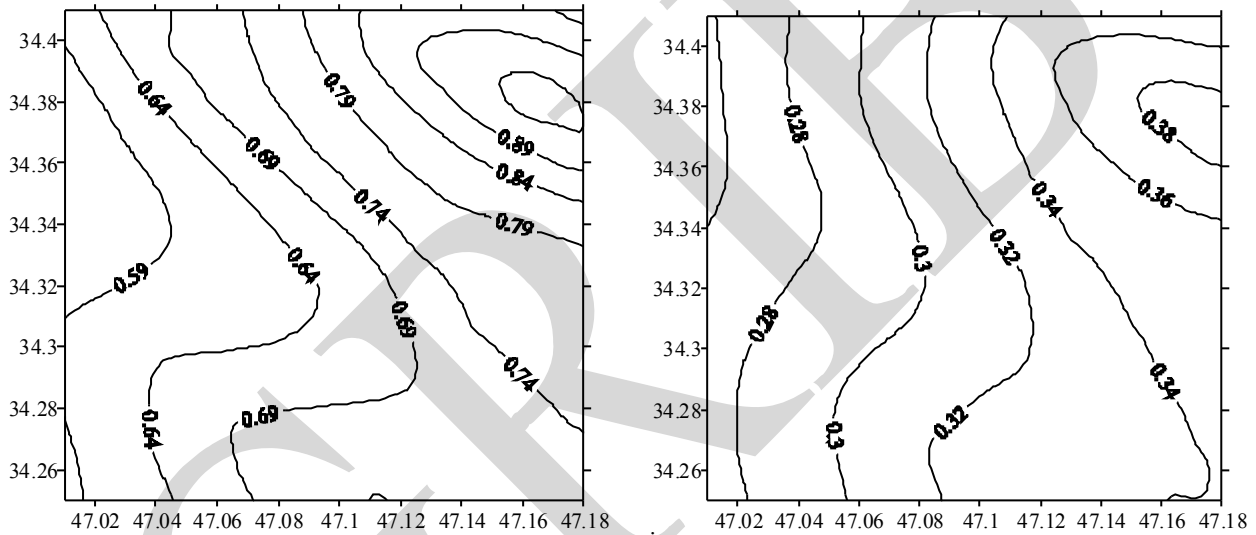
شکل ۶ نقشه‌های شتاب طیفی ۰.۳ ثانیه با ۱۰٪ و ۵٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۲



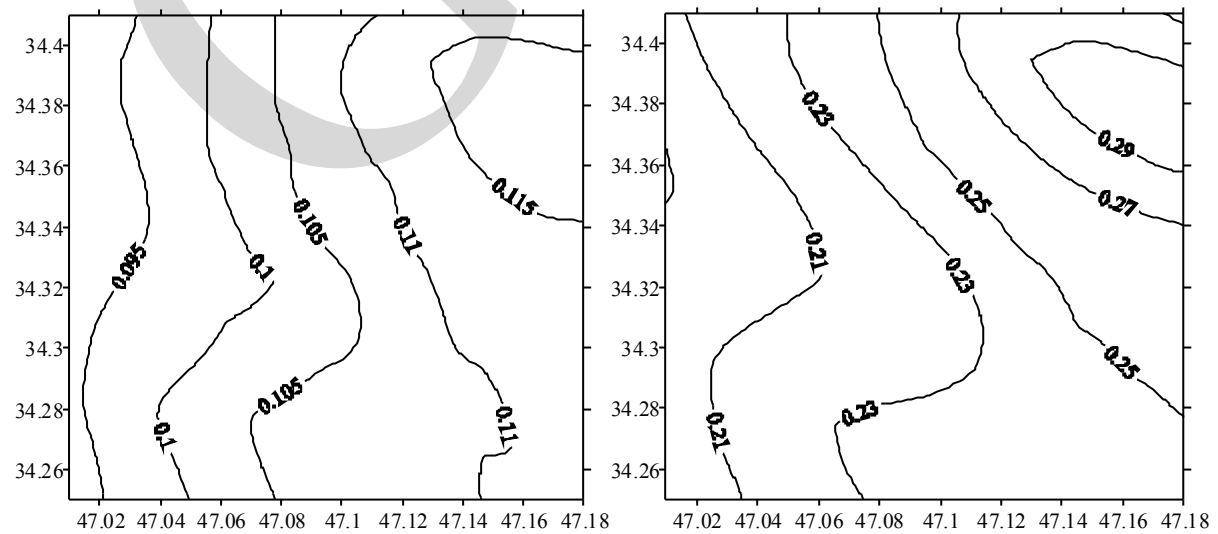
شکل ۷ نقشه‌های شتاب طیفی ۰.۳ ثانیه با ۱۰٪ و ۵٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۳



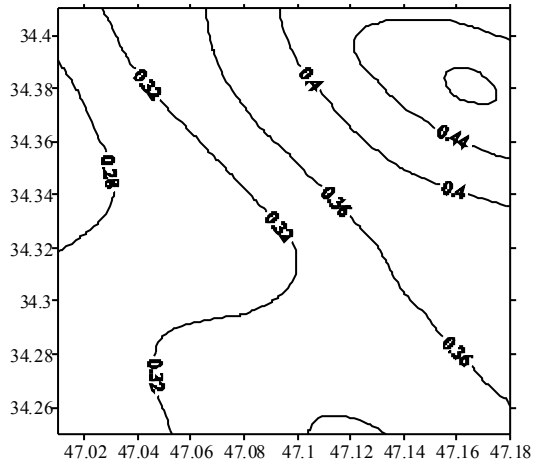
شکل ۸. نقشه‌های شتاب طیفی ۰/۷ ثانیه با ۱۰٪ و ۲٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۲



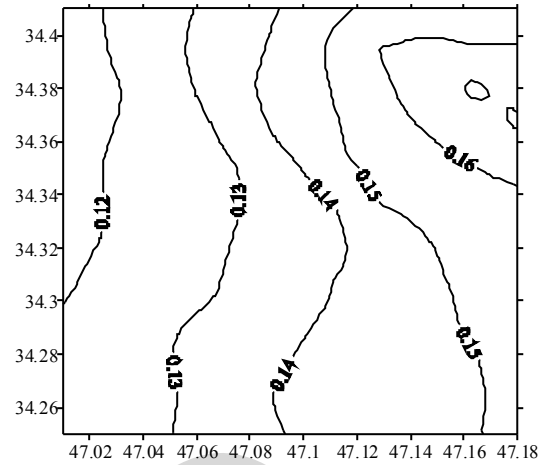
شکل ۹. نقشه‌های شتاب طیفی ۰/۷ ثانیه با ۱۰٪ و ۲٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۳



شکل ۱۰. نقشه‌های شتاب طیفی ۱/۵ ثانیه با ۱۰٪ و ۲٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۲



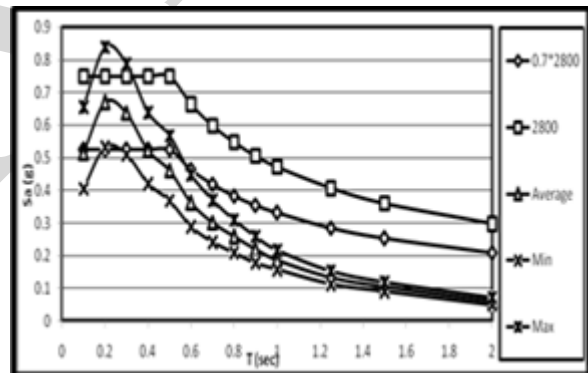
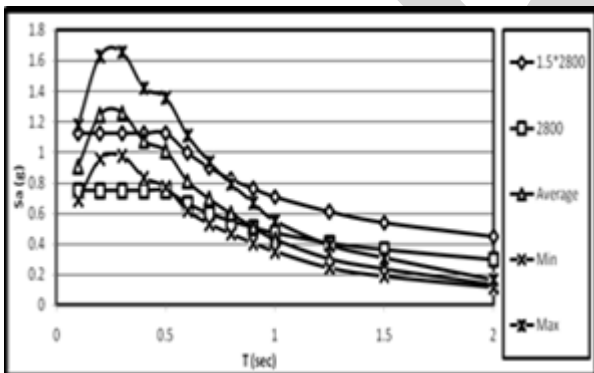
شکل ۱۱. نقشه های شتاب طیفی ۱/۵ ثانیه با ۱۰٪ و ۲٪ (از چپ به راست) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای خاک نوع ۳



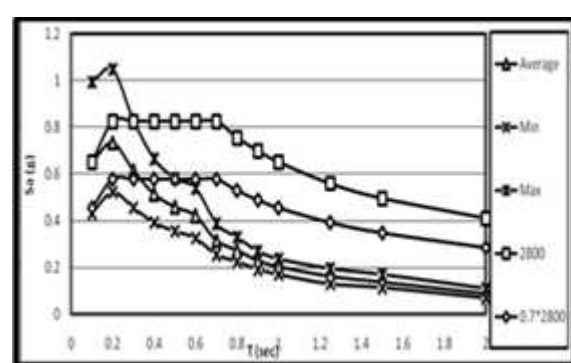
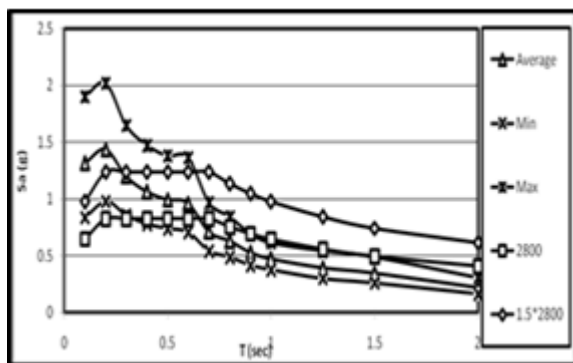
این طیف حاصل می شود. در شکل های (۱۲ و ۱۳) طیف خطر یکسان برای دو نوع خاک و بر اساس دو سطح خطر ۱ و ۲ دستورالعمل بهسازی برای شهر کرمانشاه ارائه شده است. در این اشکال طیف ها به صورت حداکثر، حداقل و میانگین بر اساس مقادیر شتاب طیفی در نقاط مختلف شبکه در گستره شهر ارائه شده است. ضمناً برای مقایسه در سطح خطر ۱، طیف استاندارد ۲۸۰۰ و ۷۰٪ آن و برای سطح خطر ۲، طیف استاندارد ۲۸۰۰ و ۱/۵ برابر آن ارائه شده است.

۳.۴. طیف خطر یکسان (UHS)

طیف خطر یکسان (UHS) به شکل یک طیف پاسخ شکل می گیرد که در آن طیف در هر زمان، احتمال وقوع یکسان داشته باشد. در این طیف در تمام پریودها احتمال وقوع زلزله در طول عمر مفید سازه یکسان در نظر گرفته شده است و به عبارت دیگر در تمامی پریودها دوره بازگشت شتاب طیفی جهت طراحی یکسان است. برای این منظور در هر نقطه از شبکه در سطح خطر لرزه ای مشخص، برای پریودهای مختلف



شکل ۱۲. طیف خطر یکسان برای خاک نوع ۲ در ۱۰٪ و ۲٪ (از بالا به پایین) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای کرمانشاه



شکل ۱۳. طیف خطر یکسان برای خاک نوع ۳ در ۱۰٪ و ۲٪ (از بالا به پایین) احتمال رویداد در ۵۰ سال برای کرمانشاه

۵. نتیجه‌گیری

Campbell, K.W. (1997) Empirical Near-Source Attenuation Relationships for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Pseudo- Absolute Acceleration Response Spectra. *Seismological Research Letters*, 68 (1), 154-179.

Gardner, J.K. & Knopoff, L., (1974) Is the sequence of earthquake in southern California, with aftershocks removed, poissonian?. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 64 (5), 1363-1367.

Ghodrati Amiri, G., Khorasani, M., Mirza Hesabi, R. & Razavian Amrei, S.A. (2010), Ground-Motion Prediction Equations of Spectral ordinates and Arias Intensity for Iran. *Journal of Earthquake Engineering*, 14 (1), 1-29.

Ghodrati Amiri, G., Mahdavian, A., Manouchehri Dana, F. (2007) Attenuation Relationship for Iran. *Journal of Earthquake Engineering*, 11 (4), 469-492.

Iranian Committee of Large Dams (IRCOLD), Internal Report, 1994, *Relationship between Fault Length and Maximum Expected Magnitude*.

Kijko, A. (2000) *Static estimation of maximum regional earthquake magnitude Mmax*, Workshop of Seismicity Modeling in Seismic Hazard Mapping, Poljce, Slovenia, May: 22-24.

Nowroozi, A. (1985) Fault Parameters for Earthquakes in Iran. *Bulletin of the Seismological Society of America* 75 (5), 1327-1338.

Nowroozi, A. (1987) Empirical Relations between Magnitude and Bender B., Perkins D.M., SEISRISK-III: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation. *US Geological Survey, Bulletin* 1772.

Ramazi, H.R. (1999) *Attenuation Laws of Iranian Earthquakes*. Proceedings of the 3rd International Conference on Seismology and Earthquake Engineering, Tehran, Iran.

Zare, M., Ghafory Ashtiany, M. & Bard, P.Y. (1999) *Attenuation law for the Strong-Motions in Iran*. Proceedings of the 3rd International Conference on Seismology and Earthquake Engineering, Tehran, Iran.

PGA با احتمال رویداد ۱۰٪ در ۵۰ سال (دوره بازگشت ۴۷۵ سال یا سطح خطر ۱) در گستره شهر کرمانشاه از $g \ 0.238$ تا $g \ 0.34$ متغیر است، که این مقدار در استاندارد ۲۸۰۰ مقدار $g \ 0.3$ ارائه شده است.

PGA با احتمال رویداد ۲٪ در ۵۰ سال (دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال یا سطح خطر ۲) در شهر کرمانشاه از $g \ 0.41$ تا $g \ 0.593$ متغیر است.

مقادیر شتاب و شتاب طیفی در نواحی شرقی و شمال شرقی دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر نواحی می‌باشند.

مقدار شتاب طیفی حداکثر در سطح خطر ۱، تنها در پیوندهای کم (تا ۰/۴ ثانیه) از طیف استاندارد ۲۸۰۰ بیشتر می‌باشد.

مقدار شتاب طیفی حداکثر در سطح خطر ۲، در بیشتر پیوندها از طیف استاندارد ۲۸۰۰ بیشتر می‌باشد.

منابع

آمبرسز، ان؛ ملویل، اچ؛ (۱۳۷۰)، تاریخ زمین لرزه‌های ایران، ترجمه ابوالحسن رده، انتشارات آگاه، تهران.

پایگاه اینترنتی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، [روی خط] <http://www.iiees.ac.ir>

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، (۱۳۸۵)، [روی خط] <http://www.iiees.ac.ir>

ماوائی، م؛ (۱۳۸۹)، تحلیل خطر و تهیه طیف خطر یکسان برای مناطق مختلف شهر کرمانشاه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، به راهنمایی دکتر غلامرضا قدرتی امیری.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۸)، گزارش نهائی مطالعات لرزه‌زمین‌ساخت و برآورد خطر زمین‌لرزه در استان کرمانشاه.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۴)، آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله: استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش سوم).

Ambraseys, N.N., Simpson, K.A. & Bommer, J.J. (1996) Prediction of Horizontal Response Spectra in Europe. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 25, 371-400.